

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-093449

(43)Date of publication of application : 29.03.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04
H01M 8/06

(21)Application number : 2000-277141

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 12.09.2000

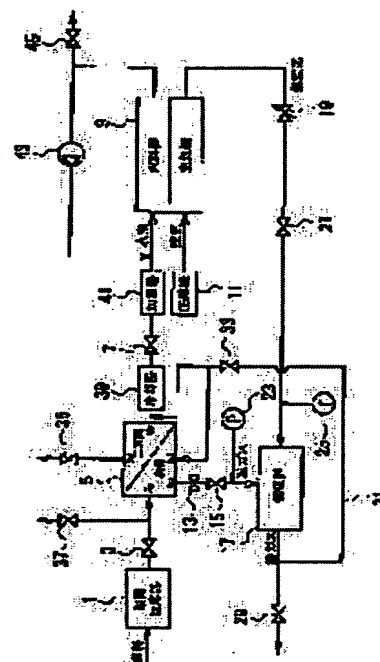
(72)Inventor : YAGI YOICHI

(54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system capable of effectively carrying out purge with a realistic structure during a system stop.

SOLUTION: After the pressure in a combustor 17 is tentatively increased to the primary-side pressure of a hydrogen separation film device 5 by a valve operation, the primary side and the secondary side of the hydrogen separation membrane device 5 are purged by using a high-pressure combustion exhaust gas increased in pressure. At that time, the feeding of the air to the combustor 17 is continued until the exhaust air temperature reaches a predetermined value or above by monitoring the exhaust air temperature at the exhaust air inlet of the combustor 17.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is made to generate electricity by the fuel cell stack using the hydrogen gas separated from reformed gas with hydrogen demarcation membrane equipment, and the air supplied from air supply equipment. In the fuel cell system which burns with a combustor the reformed gas of the surplus by which reforming was carried out with the reforming vessel, and the air of the surplus discharged from said fuel cell stack The fuel cell system characterized by having a closing motion means to open and close the exhaust gas supply path of leading the exhaust gas of said combustor to said hydrogen demarcation membrane equipment, and the control means which controls said closing motion means to lead the exhaust gas from said combustor to said hydrogen demarcation membrane equipment at the time of a system stop.

[Claim 2] The hydrogen gas which removed the carbon monoxide with the carbon monoxide shift coverter from reformed gas, In the fuel cell system which burns with a combustor the reformed gas of the surplus by which was made to generate electricity by the fuel cell stack using the air supplied from air supply equipment, and reforming was carried out with the reforming vessel, and the air of the surplus discharged from said fuel cell stack The fuel cell system characterized by having a closing motion means to open and close the exhaust gas supply path of leading the exhaust gas of said combustor to said carbon monoxide shift coverter, and the control means which controls said closing motion means to lead the exhaust gas from said combustor to said carbon monoxide shift coverter at the time of a system stop.

[Claim 3] It is made to generate electricity by the fuel cell stack using the hydrogen gas separated from reformed gas with hydrogen demarcation membrane equipment, and the air supplied from air supply equipment. In the fuel cell system which burns with a combustor the reformed gas of the surplus by which reforming was carried out with the reforming vessel, and the air of the surplus discharged from said fuel cell stack The 1st closing motion means which opens and closes the exhaust gas supply path of leading the exhaust gas of said combustor to said hydrogen demarcation membrane equipment, The 2nd closing motion means which opens and closes the 2nd exhaust gas supply path which leads the exhaust gas discharged from said hydrogen demarcation membrane equipment to the fuel electrode of said fuel cell stack, While controlling said 1st closing motion means to lead the exhaust gas from said combustor to said hydrogen demarcation membrane

equipment at the time of a system stop The fuel cell system characterized by having the control means which controls said 2nd closing motion means to lead the exhaust gas discharged from said hydrogen demarcation membrane equipment to the fuel electrode of said fuel cell stack.

[Claim 4] It is a fuel cell system given in claim 1 thru/or the 3rd term which has a pressure-up means to raise the pressure in said combustor, and a pressure detection means to detect the pressure in said combustor, and is characterized by said control means controlling a pressure-up means so that the pressure in said combustor rises to a predetermined value.

[Claim 5] It is a fuel cell system given in claim 1 thru/or the 3rd term which has a temperature detection means to detect the temperature of the air supplied to said combustor, and is characterized by said control means stopping said air supply equipment when the temperature of the air supplied to said combustor is beyond a predetermined value.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the residual hydrogen processing technique at the time of the system stop in the vehicle use fuel cell system which uses hydrogen as a fuel in detail about a fuel cell system.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a conventional residual hydrogen processing technique, what is indicated by JP,11-26003,A is known, for example.

[0003] If the power generated by residual hydrogen and air at first at the time of a system stop is consumed by discharge resistance, a stack electrical potential difference is lowered one by one and a stack electrical potential difference becomes below constant value, this will purge the residual hydrogen which remained in the fuel electrode using inert gas, such as nitrogen, and will be made to set a stack electrical potential difference to 0V.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if it is in such a conventional residual hydrogen processing technique, in order to purge using inert gas, inert gas had to be possessed and the following problems were in the system in respect of practicality.

[0005] That is, since weight, cost, a layout, etc. had severe constraint from the standpoint of practicality in the fuel cell system for carrying in a car, possession of inert gas was not realistic, considering which viewpoint of a weight side, a cost side, a layout side, and a supply side.

[0006] This invention was made in view of the above, and is to offer the fuel cell system which can perform effectively the purge performed at the time of a system stop with a realistic configuration as the purpose.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The hydrogen gas separated from reformed gas with hydrogen demarcation membrane equipment in order that invention according to claim 1 might solve the above-mentioned technical problem, In the fuel cell system which burns with a combustor the reformed gas of the surplus by which was made to generate electricity by the fuel cell stack using the air supplied from air supply equipment, and reforming was carried out with the reforming vessel, and the air of the surplus discharged from said fuel cell stack Let it be a summary to have a closing motion means to open and close the exhaust gas supply path of leading the exhaust gas of said combustor to said hydrogen demarcation membrane equipment, and the control means which controls said closing motion means to lead the exhaust gas from said combustor to said hydrogen demarcation membrane equipment at the time of a system stop.

[0008] The hydrogen gas which removed the carbon monoxide with the carbon monoxide shift coverter from reformed gas in order that invention according to claim 2 might solve the above-mentioned technical problem, In the fuel cell system which burns with a combustor the reformed gas of the surplus by which was made to generate electricity by the fuel cell stack using the air supplied from air supply equipment, and reforming was carried out with the reforming vessel, and the air of the surplus discharged from said fuel cell stack Let it be a summary to have a closing motion means to open and close the exhaust gas supply path of leading the exhaust gas of said combustor to said carbon monoxide shift coverter, and the control means which controls said closing motion means to lead the exhaust gas from said combustor to said carbon monoxide shift coverter at the time of a system stop.

[0009] The hydrogen gas separated from reformed gas with hydrogen demarcation membrane equipment in order that invention according to claim 3 might solve the above-mentioned technical problem, In the fuel cell system which burns with a combustor the reformed gas of the surplus by which was made to generate electricity by the fuel cell stack using the air supplied from air supply equipment, and reforming was carried out with the reforming vessel, and the air of the surplus discharged from said fuel cell stack The 1st closing motion means which opens and closes the 1st exhaust gas supply path which leads the exhaust gas of said combustor to said hydrogen demarcation membrane equipment, The 2nd closing motion means which opens and closes the 2nd exhaust gas supply path which leads the exhaust gas discharged from said hydrogen demarcation membrane equipment to the fuel electrode of said fuel cell stack, While controlling said 1st closing motion means to lead the exhaust gas from said combustor to said hydrogen demarcation membrane equipment at the time of a system stop Let it be a summary to have the control means which controls said 2nd closing motion means to lead the exhaust gas discharged from said hydrogen demarcation membrane equipment to the fuel electrode of said fuel cell stack.

[0010] In order that invention according to claim 4 may solve the above-mentioned technical problem, it has a pressure-up means to raise the pressure in said combustor, and

a pressure detection means to detect the pressure in said combustor, and said control means makes it a summary to control a pressure-up means so that the pressure in said combustor rises to a predetermined value.

[0011] In order that invention according to claim 5 may solve the above-mentioned technical problem, it has a temperature detection means to detect the temperature of the air supplied to said combustor, and said control means makes it a summary to stop said air supply equipment, when the temperature of the air supplied to said combustor is beyond a predetermined value.

[0012]

[Effect of the Invention] Since an exhaust gas supply path is opened and closed according to this invention according to claim 1 so that the exhaust gas from a combustor may be led to hydrogen demarcation membrane equipment at the time of a system stop, unnecessary hydrogen gas can be purged from hydrogen demarcation membrane equipment.

[0013] Since an exhaust gas supply path is opened and closed according to this invention according to claim 2 so that the exhaust gas from a combustor may be led to a carbon monoxide shift coverter at the time of a system stop, unnecessary hydrogen gas can be purged from hydrogen demarcation membrane equipment.

[0014] Since the 2nd exhaust gas supply path is opened and closed so that the exhaust gas discharged from hydrogen demarcation membrane equipment may be led to the fuel electrode of a fuel cell stack while opening and closing the 1st exhaust gas supply path according to this invention according to claim 3 so that the exhaust gas from a combustor may be led to hydrogen demarcation membrane equipment at the time of a system stop, unnecessary hydrogen gas can be purged from hydrogen demarcation membrane equipment and the fuel electrode of a fuel cell stack.

[0015] Since according to this invention according to claim 4 a pressure up is carried out so that the pressure in a combustor may rise to a predetermined value, unnecessary hydrogen gas can be effectively purged from hydrogen demarcation membrane equipment or the fuel electrode of a fuel cell stack in a short time using the exhaust gas by which the pressure up was carried out from the combustor.

[0016] Since according to this invention according to claim 5 air supply equipment is stopped when the temperature of the air supplied to a combustor is beyond a predetermined value, exhaust gas without hydrogen content is generable with a combustor, and even if it purges with a combustion gas, the hydrogen embrittlement of hydrogen demarcation membrane equipment can be prevented.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0018] (Gestalt of the 1st operation) Drawing 1 is drawing showing the fuel cell structure of a system concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention. In addition, this fuel cell system is an especially suitable system for cars, such as a fuel cell powered vehicle.

[0019] In drawing 1 , after reforming is carried out to the hydeogen-rich gas which a

methanol and the fuel of a petroleum system are the reforming reactors 1, and contains hydrogen so much, it is sent to hydrogen demarcation membrane equipment 5 through a bulb 3, and only the pure hydrogen which penetrated this hydrogen demarcation membrane equipment 5 is supplied to the fuel electrode of the fuel cell stack 9 through a bulb 7. In the fuel cell stack 9, it generates electricity using the pure hydrogen which penetrates hydrogen demarcation membrane equipment 5 and is supplied to a fuel electrode, and the oxygen in the air supplied to an air pole from air supply equipment (compressor) 11. In addition, a bulb 3 is for intercepting the reforming reactor 1 and hydrogen demarcation membrane equipment 5, and is usually set as the open condition. Moreover, the reformed gas (hydrogen-rich gas) generated with the reforming reactor 1 is mixed gas which consists of hydrogen, methane, a carbon monoxide (CO), a carbon dioxide (CO₂), and a steam.

[0020] The gas (henceforth "residue gas") which was not able to penetrate hydrogen demarcation membrane equipment 5, such as hydrogen and a carbon monoxide, is supplied to a combustor 17 through the diaphragm device 13 and a bulb 15. Moreover, the air discharged from the fuel cell stack 9, i.e., the exhaust to which oxygen was consumed by the fuel cell stack 9, and the oxygen density fell, is supplied to the fuel machine 17 through a flow control valve 19 and a bulb 21.

[0021] Here, the exhaust which the residue gas supplied to a combustor 17 measures the pressure with a pressure sensor 23, and is supplied to a combustor 17 is measuring the temperature with the temperature sensor 25. It connects with the control unit 27 for controlling the fuel cell system concerned, respectively, and a pressure sensor 23 and a temperature sensor 25 output each measurement signal to a control unit 27. In addition, in case it purges with a combustion gas at the time of a system stop so that it may mention later, the measured value of a pressure sensor 23 is equivalent to the pressure in a combustor 17.

[0022] A combustor 17 carries out the combustion reaction of the residue gas from hydrogen demarcation membrane equipment 5, and the exhaust from the fuel cell stack 9. The heat generated by this combustion reaction is used as a heat source for heating the reforming reactor 1 and hydrogen demarcation membrane equipment 5.

[0023] The exhaust gas (combustion gas) of a combustor 17 is usually supplied to the upstream (the upstream or entrance side) of hydrogen demarcation membrane equipment 5, and secondary (the downstream or outlet side) through a branch pipe 31 and a bulb 33 with the gist of this operation, respectively, although atmospheric air release is carried out through a bulb 29.

[0024] In detail, the part which the branch pipe 31 has branched to the upstream of hydrogen demarcation membrane equipment 5 and secondary further on the lower stream of a river of a bulb 33, among these has branched to secondary [of hydrogen demarcation membrane equipment 5] is connected between the condensator which was formed in the downstream of hydrogen demarcation membrane equipment 5 and which is mentioned later, and said bulb 7.

[0025] If a bulb 35 is opened, atmospheric air release of the pure hydrogen which penetrated, secondary gas 5, i.e., hydrogen demarcation membrane equipment, of hydrogen demarcation membrane equipment 5, will be carried out. Moreover, if the hydrogen-rich gas supplied to the upstream of hydrogen demarcation membrane equipment 5 opens a bulb 37, the gas 1, i.e., the reforming reactor, of the upstream of hydrogen demarcation membrane equipment 5, atmospheric air release will be carried out.

[0026] Generally, the flow Q of the hydrogen which penetrates hydrogen demarcation membrane equipment 5 is proportional to the difference of the forward square root of $P1H$, and the forward square root of $P2H$, if $P1H$ and a secondary hydrogen partial pressure are set to $P2H$ for the upstream hydrogen partial pressure of hydrogen demarcation membrane equipment 5. Namely, $Q \propto (\sqrt{P1H} - \sqrt{P2H})$

There is relation to say.

[0027] In order to enlarge the amount of hydrogen permeation, $P1H$ are set as a large value (for example, 1MPa), and $P2H$ are usually set as a small value (for example, 0.2MPa). The value of $P2H$ is set as a small value also from the point of reducing the drive horsepower of said air supply equipment (compressor) 11 with which it is called for it being almost equal to the pressure (pneumatic pressure) of the air supplied to the fuel cell stack 9, therefore it supplies air in order to protect a fuel cell.

[0028] If hydrogen demarcation membrane equipment 5 usually consists of palladium (Pd) or a palladium (Pd) alloy and its hydrogen concentration is high in a temperature field 200 degrees C or less, in order to carry out hydrogen embrittlement, temperature is controlled by about 300-450 degrees C at the time of system operation. On the other hand, at the time of a system stop, before temperature falls to 200 degrees C or less, both the upstream and secondary must remove hydrogen by purge. In addition, since it is the almost same temperature as hydrogen demarcation membrane equipment 5, the secondary pure hydrogen which penetrated hydrogen demarcation membrane equipment 5 is a condensator 39, and after being cooled until it became the temperature (for example, 80 degrees C) which can be supplied to the fuel cell stack 9, it is supplied to the fuel cell stack 9 through a bulb 7 and a humidifier 41.

[0029] Input 5a by which primary gas (reformed gas) flows into ** which shows hydrogen demarcation membrane equipment 5 to drawing 2 in detail, Tap hole 5b into which the secondary gas (hydrogen gas) separated from reformed gas flows, Tap hole 5e into which 5d of input where exhaust gas flows from a combustor 17 at the time of tap hole 5c into which the residue gas separated from reformed gas flows, and a system stop, the hydrogen gas purged by the exhaust gas from a combustor 17 at the time of a system stop flow has projected to the exterior of case 5k. Moreover, 5n of secondary gas chambers is established in primary gas chamber 5o to which 5m of hydrogen demarcation membranes projects in the central part in case 5k, and the upper part part in case 5k, and residue gas room 5q is prepared in the lower part part in case 5k through restriction 5p.

[0030] And at the time of system operation, the reformed gas which contains a carbon monoxide through a bulb 3 from the reforming reactor 1 flows in primary gas chamber 5o

from input 5a, and the pure hydrogen gas which penetrated 5m of hydrogen demarcation membranes passes in 5n of secondary gas chambers, and flows out of tap hole 5b. At this time, the carbon monoxide gas which was not able to penetrate 5m of hydrogen demarcation membranes passes primary gas chamber 5o to restriction 5p, flows into residue gas room 5q, and flows out of tap hole 5c as residue gas further.

[0031] On the other hand, at the time of a system stop, exhaust gas flows in residue gas room 5q from 5d of input through a bulb 33 from a combustor 17, and restriction 5p is passed, it passes primary gas chamber 5o further, and flows out of input 5a. Exhaust gas flows in 5n of secondary gas chambers from tap hole 5b through a bulb 33 from a combustor 17, and it passes through 5n of secondary gas chambers to coincidence, and flows into it out of tap hole 5e.

[0032] In order that a part to have not been unable to consume by the fuel cell stack 9 among the pure hydrogen supplied to the fuel cell stack 9 may aim at effective use of hydrogen, it is returned to the upstream of the fuel cell stack 9 (fuel electrode) with a circulating pump 43, and is again supplied to the fuel cell stack 9 (fuel electrode). In addition, the bulb 45 prepared in the hydrogen circulatory system containing a circulating pump 43 is a bulb opened in case the water which collected in the fuel cell stack 9 is blown away.

[0033] Each above-mentioned bulbs 3, 7, 15, 21, 29, 33, 35, 37, and 45 consist of solenoid valves, and are connected to the control unit 27, respectively with air supply equipment (compressor) 11, the flow control valve 19, and the circulating pump 43. Although a control unit 27 does not illustrate, it has RAM used as ROM which memorized the control program, and the work area at the time of control inside, controls the purge at the time of a system stop based on the measurement signal from a pressure sensor 23 and a temperature sensor 25, and outputs a control signal to each bulbs 3, 7, 15, 21, 29, 33, 35, 37, and 45, air supply equipment (compressor) 11, a flow control valve 19, and a circulating pump 43.

[0034] A bulb 33, a bulb 35, a bulb 37, and a bulb 45 are set as a closed state, respectively at the time of usual operation before a system stop, and a bulb 3, a bulb 7, a bulb 15, a bulb 21, and a bulb 29 are set as an open condition at it, respectively. Thereby, the reformed gas (hydrogen-rich gas) generated with the reforming reactor 1 is altogether led to hydrogen demarcation membrane equipment 5, without leaking on the way, and only the pure hydrogen which penetrated hydrogen demarcation membrane equipment 5 is supplied to the fuel cell stack 9 through a condensator 39, a bulb 7, and a humidifier 41.

[0035] On the other hand, the residue gas which was not able to penetrate hydrogen demarcation membrane equipment 5 is led to a combustor 17 through the diaphragm device 13 and a bulb 15, a combustion reaction is carried out to exhaust with a combustor 17, and atmospheric-air release is carried out through a bulb 29 as exhaust gas.

[0036] Next, with reference to the control flow chart shown in drawing 3, the control action of the fuel cell system about the purge at the time of a system stop is explained. In addition, the control flow chart shown in drawing 2 is memorized by ROM of a control unit 27 as a control program.

[0037] First, at step S100, a control unit 27 will perform the usual halt actuation of suspending supply of a fuel, if a system goes into stop mode. In addition, even if it suspends supply of a fuel, a reforming reaction advances with the fuel which remains in the reforming reactor 1.

[0038] And at step S110, while suspending drawing of the output of the fuel cell stack 9, a circulating pump 43 is stopped. By suspending drawing of the output of the fuel cell stack 9, the pressure (hydrogen pressure) of the hydrogen within the hydrogen circulatory system (especially fuel electrode) begins a rise.

[0039] And at step S120, a bulb 29 is changed from an open condition to a closed state. Thereby, the pressure by the side of the air pole of the fuel cell stack 9 (pneumatic pressure) also begins a rise. Moreover, although the residue gas which was not able to penetrate hydrogen demarcation membrane equipment 5 is supplied to a combustor 17 through the diaphragm device 13 and a bulb 15, since the bulb 29 was changed to the closed state, atmospheric air release of the exhaust gas of a combustor 17 is not carried out, consequently the pressure in a combustor 17 rises.

[0040] And at step S130, the temperature T of exhaust is read from the temperature sensor 25 formed in the exhaust inlet port of a combustor 17.

[0041] And the temperature T of the exhaust read from the temperature sensor 25 at step S140 is the predetermined value T_0 . It judges whether it is above (for example, 100 degrees C). This judgment is made in order to detect the existence of the back flow to air supply Rhine of a combustion gas. usually, the thing which the exhaust gas of a combustor 17 flows backwards to air supply Rhine since the pressure (*****) of exhaust also rises in connection with the pressure buildup in a combustor 17 -- there is nothing -- $T < T_0$ it is . Here, it is T_0 . Since the temperature T of exhaust is about 80 degrees C and does not usually become 100 degrees C or more about a value in the case of the fuel cell of a solid-state macromolecule membrane type, it may be $T_0 = 100$ degree C, for example.

[0042] The temperature T of exhaust is the predetermined value T_0 as a result of this decision. When it is above, it progresses to (S140:YES) and step S150, and the temperature T of exhaust is the predetermined value T_0 . When it is the following, it progresses to (S140:NO) and step S250.

[0043] At step S150, it is $T \geq T_0$. It is a case, and since it is shown that it becomes impossible for the discharge pressure of air supply equipment (compressor) 11 to have not been unable to rise to the pressure in a combustor 17, and it detected the back flow to air supply Rhine of a combustion gas, it prevents that change a bulb 21 from an open condition to a closed state, and the exhaust gas of a combustor 17 flows backwards to air supply Rhine.

[0044] And air supply equipment (compressor) 11 is stopped at step S160. That is, supplying air (exhaust) to a combustor 17 is continued until the back flow to air supply Rhine of a combustion gas is detected, and non-burned hydrogen is made not to be contained in exhaust gas.

[0045] And a bulb 7 is changed from an open condition to a closed state, and it is made for

the differential pressure of the fuel electrode of the fuel cell stack 9 and an air pole not to become large further at step S170.

[0046] And at step S180, the pressure P in a combustor 17 is read from the pressure sensor 23 formed in the residue gas inlet port of a combustor 17. In this case, since the hydrogen supply system pressure and the pressure in a combustor 17 are rising, the measured value of a pressure sensor 23 is equivalent to the pressure in a combustor 17 (as a result, pressure of a combustion gas).

[0047] And the pressure P in the combustor 17 read from the pressure sensor 23 at step S190 is the predetermined value P0. It carries out, for example, is 1MPa. It judges whether it is above. This judgment is made in order to detect whether the pressure of a combustion gas became the high pressure suitable for a purge.

[0048] Here, the high pressure suitable for a purge is the primary lateral pressure of hydrogen demarcation membrane equipment 5. Therefore, P0 Although a value needs to be set up more than the primary lateral pressure of hydrogen demarcation membrane equipment 5, since the primary lateral pressure of hydrogen demarcation membrane equipment 5 is for example, 1MPa extent, it is set to $P0 \geq 1\text{MPa}$ (for example, $P0 = 1\text{MPa}$) as mentioned above.

[0049] The pressure P in a combustor 17 is the predetermined value P0 as a result of this decision. When it is above, it progresses to (S190:YES) and step S210, and when the pressure P in a combustor 17 is less than [predetermined value P0], it progresses to (S190:NO) and step S200.

[0050] At step S200, it is $P < P0$. It is a case, and since it is judged that the pressure buildup in a combustor 17 is inadequate, it waits for progress of predetermined time (ΔT), and returns to step S180.

[0051] On the other hand, at step S210, it is $P \geq P0$. It is a case, and since it is judged that the pressure buildup in a combustor 17 is enough, a bulb 15 is changed from an open condition to a closed state. Thereby, the flow to the combustor 17 of the residue gas (reformed gas) of the upstream of hydrogen demarcation membrane equipment 5 is intercepted.

[0052] And at step S220, a bulb 3 is changed from an open condition to a closed state. Thereby, the back flow to the reforming reactor 1 of the reformed gas of the upstream of hydrogen demarcation membrane equipment 5 is prevented.

[0053] And at step S230, the both sides of a bulb 35 and a bulb 37 are changed from a closed state to an open condition, and atmospheric air release of the reformed gas of the upstream of hydrogen demarcation membrane equipment 5 and the secondary pure hydrogen is carried out, respectively. Since the bulb 3 is changed to the closed state at this time, the reformed gas of the upstream of hydrogen demarcation membrane equipment 5 does not flow backwards to the reforming reactor 1.

[0054] And at step S240, a bulb 33 is changed from a closed state to an open condition, the high-pressure combustion gas stored in a combustor 17 and its circumference piping (a branch pipe 31 is included) is led to 5d of input of the upstream of hydrogen demarcation

membrane equipment 5, and the both sides of secondary tap hole 5b, and the hydrogen gas which remains to the upstream of hydrogen demarcation membrane equipment 5 and secondary is purged at a stretch.

[0055] On the other hand, at step S250, it is $T < T_0$. Since it is shown that are a case, ***** is also going up in connection with the pressure buildup in a combustor 17, and the combustion gas is not flowing backwards to air supply Rhine, i.e., it is an all seems well, the pressure P in a combustor 17 is immediately read from the pressure sensor 23 formed in the residue gas inlet port of a combustor 17 (step S180 reference).

[0056] And the pressure P in the combustor 17 read from the pressure sensor 23 at step S260 is the predetermined value P0. It carries out, for example, is 1MPa. It judges whether it is above (step S190 reference). The pressure P in a combustor 17 is the predetermined value P0. When it is above, it progresses to (S260:YES) and step S280, and the pressure P in a combustor 17 is the predetermined value P0. When it is the following, it progresses to (S260:NO) and step S270.

[0057] At step S270, it is $P < P_0$. It is a case, and since it is judged that the pressure buildup in a combustor 17 is inadequate, it waits for progress of predetermined time (ΔT) (step S200 reference), and returns to step S250.

[0058] On the other hand, at step S280, it is $P \geq P_0$. It is a case, and it progresses to step S220, after stopping air supply equipment (compressor) 11 while changing a bulb 21, a bulb 7, and a bulb 15 from an open condition to a closed state, respectively in order to perform the purge by the combustion gas, since it is judged that the pressure buildup in a combustor 17 is enough. And the upstream of hydrogen demarcation membrane equipment 5 and secondary are purged at a stretch with a high-pressure combustion gas by passing through step S220, step S230, and step S240 as mentioned above.

[0059] As mentioned above, $T \geq T_0$ A case and $T < T_0$ In the case of which [of a case], the upstream of hydrogen demarcation membrane equipment 5 and secondary will be purged with the exhaust gas of a combustor 17, but the hydrogen demarcation membrane equipment 5 of non-burned hydrogen remaining into a combustion gas is not desirable in order to dislike hydrogen in the state of low temperature (hydrogen embrittlement is carried out).

[0060] Then, in order to raise the pressure in a combustor 17, while hydrogen Rich's reformed gas is supplied to the combustor 17, it is necessary to send air into a combustor 17 and to burn hydrogen. Therefore, if it puts in another way until it detects the back flow to air supply Rhine of a combustion gas with a temperature sensor 25, he is trying to lose non-burned hydrogen with the gestalt of this operation by continuing supply of the air to a combustor 17 to the limitation of the capacity of air supply equipment (compressor) 11.

[0061] Consequently, since an exhaust gas supply path is opened and closed as effectiveness about the gestalt of the 1st operation so that the exhaust gas from a combustor may be led to hydrogen demarcation membrane equipment at the time of a system stop, unnecessary hydrogen gas can be purged from hydrogen demarcation membrane equipment.

[0062] Moreover, it is not necessary to possess inert gas, such as nitrogen, with a bomb etc. in a system by using a combustion gas for a purge, and the purge performed at the time of a system stop can be performed with a realistic configuration.

[0063] furthermore, the thing for which the high-pressure combustion gas by which the pressure up was carried out is used as purge gas after bulb actuation raises the pressure of a combustion gas temporarily to the primary lateral pressure (system working pressure) of hydrogen demarcation membrane equipment 5 -- being effective (short time) -- the purge which can complete a purge and is performed at the time of a system stop -- being effective (short time) -- it can carry out.

[0064] Moreover, until exhaust temperature will become beyond a predetermined value, even if it carries out the monitor of the exhaust temperature at the exhaust inlet port of a combustor 17 and the pressure of a combustion gas becomes high That is, by continuing supplying air to a combustor 17 to the capacity limitation of air supply equipment (compressor) 11, the exhaust gas with which hydrogen concentration fully fell is generable with a combustor 17, and even if it purges with a combustion gas, the hydrogen embrittlement of hydrogen demarcation membrane equipment 5 can be prevented.

[0065] (Gestalt of the 2nd operation) Drawing 4 is drawing showing the fuel cell structure of a system concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention. In addition, the gestalt of the 2nd operation has the same fundamental configuration as the fuel cell system corresponding to the gestalt of the 1st operation shown in drawing 1 , gives the same sign to the same component, and presupposes it that the explanation is omitted.

[0066] The gestalt of the 2nd operation applies this invention to the system which has the carbon monoxide shift coverter which it replaces with hydrogen demarcation membrane equipment, and carries out selective oxidation of the carbon monoxide in reformed gas, and it has [carbon monoxide shift coverter] it as a carbon monoxide treater using a catalyst, and decreases the carbon monoxide concentration in reformed gas.

[0067] It is to supply the residue gas of the hydrogen by which consumption ** was not carried out, and others to a combustor 17 through the flow control valve 49 and bulb 51 for controlling a pressure by the fuel cell stack 9 while supplying it to the fuel cell stack 9 through a bulb 7, after the description of the gestalt of the 2nd operation processes the reformed gas generated with the reforming reactor 1 with a carbon monoxide shift coverter 47 and removes a carbon monoxide, as shown in drawing 3 . Pressure-sensor 23a which detects the pressure of the residue gas supplied to a combustor 17 is connected to control unit 27a for controlling the fuel cell system concerned from the flow control valve 49, the bulb 51, and the fuel cell stack 9. Moreover, with the gestalt of this operation, the exhaust gas of a combustor 17 is supplied to a carbon monoxide shift coverter 47 through branch-pipe 31a and a bulb 33.

[0068] Since you can explain almost similarly the fundamental control action of the fuel cell system about the purge at the time of a system stop according to the control flow chart shown in drawing 2 , suppose that it is limited for explaining the outline here.

[0069] At the time of a system stop, like the case of the gestalt of the 1st operation, first,

drawing of the output of the fuel cell stack 9 is suspended, and a bulb 29 is changed from an open condition to a closed state. Even if it suspends supply of a fuel at this time, a reforming reaction advances with the fuel which remains in the reforming reactor 1, and a hydrogen supply system pressure and the pressure in a combustor 17 rise like the case where it is the gestalt of the 1st operation.

[0070] The existence of the back flow to air supply Rhine of a combustion gas is detected with a temperature sensor 25 to coincidence, carrying out the monitor of this pressure buildup by pressure sensor 23a. And the pressure in a combustor 17 fully rises and it is $P \geq P_0$. If it becomes, a bulb 21, a bulb 51, and a bulb 7 will be changed from an open condition to a closed state, respectively.

[0071] And after changing a bulb 3 from an open condition to a closed state and changing a bulb 37 from a closed state to an open condition, a bulb 33 is changed from a closed state to an open condition at the last, and a carbon monoxide shift coverter 47 is purged at a stretch with a high-pressure combustion gas.

[0072] Consequently, since the effectiveness about the gestalt of the 2nd operation opens and closes an exhaust gas supply path so that the exhaust gas from a combustor may be led to a carbon monoxide shift coverter at the time of a system stop, it can purge unnecessary hydrogen gas from a carbon monoxide shift coverter.

[0073] moreover, the combustion gas which does not have hydrogen content in a carbon monoxide shift coverter 47, without possessing inert gas, such as nitrogen, with a bomb etc. in a system -- being effective (short time) -- it can purge.

[0074] In addition, although the gestalt of this operation shows the configuration which purges a carbon monoxide shift coverter 47, the configuration which replaces with a carbon monoxide shift coverter 47, or purges the reforming reactor 1 with this is also easily realizable.

[0075] (Gestalt of the 3rd operation) Drawing 5 is drawing showing the fuel cell structure of a system concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention. In addition, the gestalt of the 3rd operation has the same fundamental configuration as the fuel cell system corresponding to the gestalt of the 1st operation shown in drawing 1, gives the same sign to the same component, and presupposes it that the explanation is omitted.

[0076] The description of the gestalt of the 3rd operation is to also purge the fuel cell stack 9 by gas after forming the piping 53 (2nd exhaust gas supply path) for introducing gas after purging hydrogen demarcation membrane equipment 5 into the hydrogen circulatory system of the fuel cell stack 9 and purging hydrogen demarcation membrane equipment 5 in the gestalt of the 1st operation, as shown in drawing 5.

[0077] Next, according to the control flow chart shown in drawing 5, the control action of the fuel cell system about the purge at the time of a system stop is explained. In addition, the control flow chart shown in drawing 5 is memorized by ROM of control unit 27b as a control program.

[0078] With the gestalt of this operation, it is inserting in the control flow chart which shows step S235 to drawing 2 like the control flow chart shown in drawing 6.

[0079] Since steps S100-S230 are the same as each step of the control flow chart shown in drawing 2 , the explanation is omitted.

[0080] And at step S235, a bulb 45 is changed from a closed state to an open condition, and atmospheric air release of the reformed gas of the upstream of hydrogen demarcation membrane equipment 5, secondary pure hydrogen, and the residual hydrogen within the hydrogen circulatory system of the fuel cell stack 9 is carried out, respectively.

[0081] And an open valve 33 is changed from a closed state to an open condition at step S240. Thereby, the high-pressure combustion gas which purged the upstream of hydrogen demarcation membrane equipment 5 and secondary is drawn in the hydrogen circulatory system of the fuel cell stack 9 through a bulb 35, a bulb 37, and piping 53, and atmospheric air release of it is carried out through a bulb 45, purging the inside of this hydrogen circulatory system.

[0082] Thus, it is decided by relation between the volume of the high-pressure combustion gas by which the closure is carried out to the inside of a combustor 17, and its circumference piping, and the volume of the hydrogen circulatory system of the fuel cell stack 9 whether not only hydrogen demarcation membrane equipment 5 but the fuel cell stack 9 can be purged with a combustion gas. That is, purging becomes inadequate, although it can purge when the volume of the hydrogen circulatory system of the fuel cell stack 9 is small to the extent that it can purge enough by the volume of the high-pressure combustion gas by which the closure is carried out to the inside of a combustor 17, and its circumference piping, and a purge is possible once when that is not right (when the volume of the hydrogen circulatory system of the fuel cell stack 9 is comparatively large).

[0083] Since steps S250-S280 are the same as each step of the flow chart shown in drawing 2 , the explanation is omitted.

[0084] Consequently, since the effectiveness about the gestalt of the 3rd operation opens and closes the 2nd exhaust gas supply path so that the exhaust gas discharged from hydrogen demarcation membrane equipment may be led to the fuel electrode of a fuel cell stack while opening and closing the 1st exhaust gas supply path so that the exhaust gas from a combustor may be led to hydrogen demarcation membrane equipment at the time of a system stop, it can purge unnecessary hydrogen gas from hydrogen demarcation membrane equipment and the fuel electrode of a fuel cell stack.

[0085] moreover, the combustion gas which does not have hydrogen content not only in hydrogen demarcation membrane equipment 5 but in the fuel cell stack 9, without possessing inert gas with a bomb etc. in a system -- being effective (short time) -- it can purge.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the fuel cell structure of a system concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] It is the side-face sectional view showing the internal structure of the hydrogen demarcation membrane equipment used for the fuel cell system of the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 3] It is a control flow chart for explaining the control action about the purge at the time of a system stop of the fuel cell system of the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 4] It is drawing showing the fuel cell structure of a system concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the fuel cell structure of a system concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[Drawing 6] It is a control flow chart for explaining the control action about the purge at the time of a system stop of the fuel cell system of the gestalt of the 3rd operation.

[Description of Notations]

1 Reforming Reactor

3, 7, 15, 21, 29, 33, 35, 37, 45, 51 Bulb

5 Hydrogen Demarcation Membrane Equipment

9 Fuel Cell Stack

11 Air Supply Equipment (Compressor)

13 Drawing Device

17 Combustor

19 49 Flow control valve

23 23a Pressure sensor

25 Temperature Sensor

27, 27a, 27b Control unit

31 31a Branch pipe

39 Condensator

41 Humidifier

43 Circulating Pump

47 Carbon Monoxide Shift Coverter

53 Piping

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-93449

(P2002-93449A)

(43) 公開日 平成14年3月29日(2002.3.29)

(51) Int. Cl.⁷

H01M 8/04

識別記号

8/06

F I

H01M 8/04

8/06

テーマコード(参考)

Y 5H027

A

T

R

審査請求 未請求 請求項の数5 O L

(全12頁)

(21) 出願番号 特願2000-277141(P2000-277141)

(22) 出願日 平成12年9月12日(2000.9.12)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 八木 洋一

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外8名)

Fターム(参考) 5H027 AA02 BA01 BA16 KK01 KK41

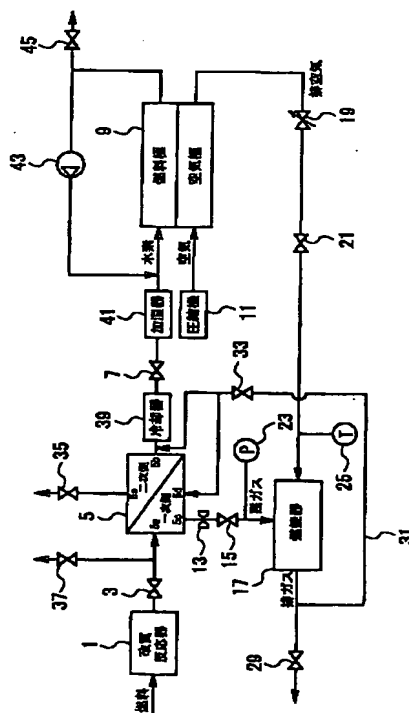
MM01

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、システム停止時に行うバージを現実的な構成で効果的に行うことができる燃料電池システムを提供することにある。

【解決手段】 バルブ操作により燃焼器17内の圧力を一時的に水素分離膜装置5の一次側圧力まで高めた後、昇圧された高圧の燃焼排ガスをバージガスとして用いて、水素分離膜装置5の一次側と二次側をバージする。その際、燃焼器17の排空気入口で排空気温度をモニタして、排空気温度が所定値以上になるまで燃焼器17への空気の供給を継続する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 改質ガスから水素分離膜装置で分離された水素ガスと、空気供給装置から供給される空気とを用いて燃料電池スタックで発電させ、改質器で改質された余剰の改質ガスと前記燃料電池スタックから排出される余剰の空気とを燃焼器で燃焼させる燃料電池システムにおいて、

前記燃焼器の排ガスを前記水素分離膜装置に導く排ガス供給経路を開閉する開閉手段と、

システム停止時に、前記燃焼器からの排ガスを前記水素分離膜装置に導くように前記開閉手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】 改質ガスから一酸化炭素変成器で一酸化炭素を取り除いた水素ガスと、空気供給装置から供給される空気とを用いて燃料電池スタックで発電させ、改質器で改質された余剰の改質ガスと前記燃料電池スタックから排出される余剰の空気とを燃焼器で燃焼させる燃料電池システムにおいて、

前記燃焼器の排ガスを前記一酸化炭素変成器に導く排ガス供給経路を開閉する開閉手段と、

システム停止時に、前記燃焼器からの排ガスを前記一酸化炭素変成器に導くように前記開閉手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 3】 改質ガスから水素分離膜装置で分離された水素ガスと、空気供給装置から供給される空気とを用いて燃料電池スタックで発電させ、改質器で改質された余剰の改質ガスと前記燃料電池スタックから排出される余剰の空気とを燃焼器で燃焼させる燃料電池システムにおいて、

前記燃焼器の排ガスを前記水素分離膜装置に導く排ガス供給経路を開閉する第 1 の開閉手段と、

前記水素分離膜装置から排出された排ガスを前記燃料電池スタックの燃料極に導く第 2 の排ガス供給経路を開閉する第 2 の開閉手段と、

システム停止時に、前記燃焼器からの排ガスを前記水素分離膜装置に導くように前記第 1 の開閉手段を制御するとともに、前記水素分離膜装置から排出された排ガスを前記燃料電池スタックの燃料極に導くように前記第 2 の開閉手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 4】 前記燃焼器内の圧力を上昇させる昇圧手段と、

前記燃焼器内の圧力を検出する圧力検出手段とを有し、前記制御手段は、

前記燃焼器内の圧力が所定値まで上昇するように昇圧手段を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 3 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】 前記燃焼器に供給される空気の温度を検出する温度検出手段を有し、前記制御手段は、

前記燃焼器に供給される空気の温度が所定値以上である場合、前記空気供給装置を停止させることを特徴とする請求項 1 乃至 3 項に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池システムに関し、詳しくは、水素を燃料とする車両用燃料電池システムにおけるシステム停止時の残留水素処理技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の残留水素処理技術としては、例えば、特開平 11-26003 号公報に開示されているものが知られている。

【0003】 これは、システム停止時において、最初、残留水素と空気により発電された電力を放電抵抗で消費して順次にスタック電圧を下げ、スタック電圧が一定値以下になると窒素などの不活性ガスを用いて燃料極に残った残留水素をバージしてスタック電圧を 0 V にするようにしたものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような従来の残留水素処理技術にあつては、不活性ガスをを用いてバージを行うため、システム内に不活性ガスを所持しておかなければならず、実用性の点で以下のような問題があった。

【0005】 すなわち、車両に搭載するための燃料電池システムでは、実用性の見地から重量やコスト、レイアウトなどに厳しい制約があるため、不活性ガスの所持は、重量面、コスト面、レイアウト面および補給面のいずれの観点からしても現実的ではなかった。

【0006】 本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的としては、システム停止時に行うバージを現実的な構成で効果的に行うことができる燃料電池システムを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項 1 記載の発明は、上記課題を解決するため、改質ガスから水素分離膜装置で分離された水素ガスと、空気供給装置から供給される空気とを用いて燃料電池スタックで発電させ、改質器で改質された余剰の改質ガスと前記燃料電池スタックから排出される余剰の空気とを燃焼器で燃焼させる燃料電池システムにおいて、前記燃焼器の排ガスを前記水素分離膜装置に導く排ガス供給経路を開閉する開閉手段と、システム停止時に、前記燃焼器からの排ガスを前記水素分離膜装置に導くように前記開閉手段を制御する制御手段とを有することを要旨とする。

【0008】 請求項 2 記載の発明は、上記課題を解決するため、改質ガスから一酸化炭素変成器で一酸化炭素を取り除いた水素ガスと、空気供給装置から供給される空気とを用いて燃料電池スタックで発電させ、改質器で改

10

20

30

40

50

質された余剰の改質ガスと前記燃料電池スタックから排出される余剰の空気とを燃焼器で燃焼させる燃料電池システムにおいて、前記燃焼器の排ガスを前記一酸化炭素変成器に導く排ガス供給経路を開閉する開閉手段と、システム停止時に、前記燃焼器からの排ガスを前記一酸化炭素変成器に導くように前記開閉手段を制御する制御手段とを有することを要旨とする。

【0009】請求項3記載の発明は、上記課題を解決するため、改質ガスから水素分離膜装置で分離された水素ガスと、空気供給装置から供給される空気とを用いて燃料電池スタックで発電させ、改質器で改質された余剰の改質ガスと前記燃料電池スタックから排出される余剰の空気とを燃焼器で燃焼させる燃料電池システムにおいて、前記燃焼器の排ガスを前記水素分離膜装置に導く第1の排ガス供給経路を開閉する第1の開閉手段と、前記水素分離膜装置から排出された排ガスを前記燃料電池スタックの燃料極に導く第2の排ガス供給経路を開閉する第2の開閉手段と、システム停止時に、前記燃焼器からの排ガスを前記水素分離膜装置に導くように前記第1の開閉手段を制御するとともに、前記水素分離膜装置から排出された排ガスを前記燃料電池スタックの燃料極に導くように前記第2の開閉手段を制御する制御手段とを有することを要旨とする。

【0010】請求項4記載の発明は、上記課題を解決するため、前記燃焼器内の圧力を上昇させる昇圧手段と、前記燃焼器内の圧力を検出する圧力検出手段とを有し、前記制御手段は、前記燃焼器内の圧力が所定値まで上昇するように昇圧手段を制御することを要旨とする。

【0011】請求項5記載の発明は、上記課題を解決するため、前記燃焼器に供給される空気の温度を検出する温度検出手段を有し、前記制御手段は、前記燃焼器に供給される空気の温度が所定値以上である場合、前記空気供給装置を停止させることを要旨とする。

【0012】

【発明の効果】請求項1記載の本発明によれば、システム停止時に、燃焼器からの排ガスを水素分離膜装置に導くように排ガス供給経路を開閉するので、水素分離膜装置から不必要な水素ガスをパージすることができる。

【0013】請求項2記載の本発明によれば、システム停止時に、燃焼器からの排ガスを一酸化炭素変成器に導くように排ガス供給経路を開閉するので、水素分離膜装置から不必要な水素ガスをパージすることができる。

【0014】請求項3記載の本発明によれば、システム停止時に、燃焼器からの排ガスを水素分離膜装置に導くように第1の排ガス供給経路を開閉するとともに、水素分離膜装置から排出された排ガスを燃料電池スタックの燃料極に導くように第2の排ガス供給経路を開閉するので、水素分離膜装置と燃料電池スタックの燃料極から不必要な水素ガスをパージすることができる。

【0015】請求項4記載の本発明によれば、燃焼器内

の圧力が所定値まで上昇するように昇圧するので、燃焼器から昇圧された排ガスを用いて水素分離膜装置や燃料電池スタックの燃料極から不必要な水素ガスを短時間で効果的にパージすることができる。

【0016】請求項5記載の本発明によれば、燃焼器に供給される空気の温度が所定値以上である場合に空気供給装置を停止させるので、水素分のない排ガスを燃焼器で生成することができ、燃焼排ガスでパージを行ったとしても水素分離膜装置の水素脆化を防止することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0018】（第1の実施の形態）図1は、本発明の第1の実施の形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。なお、この燃料電池システムは、燃料電池自動車などの車両に特に好適なシステムである。

【0019】図1において、メタノールや石油系の燃料は、改質反応器1で、水素を多量に含む水素リッチガスに改質された後、バルブ3を介して水素分離膜装置5に送られ、この水素分離膜装置5を透過した純水素のみがバルブ7を介して燃料電池スタック9の燃料極に供給される。燃料電池スタック9では、水素分離膜装置5を透過して燃料極に供給される純水素と、空気供給装置（圧縮機）11から空気極に供給される空気中の酸素とを用いて発電を行う。なお、バルブ3は、改質反応器1と水素分離膜装置5を遮断するためのもので、通常は、開状態に設定されている。また、改質反応器1で生成される改質ガス（水素リッチガス）は、水素、メタン、一酸化炭素（CO）、二酸化炭素（CO₂）、水蒸気からなる混合ガスである。

【0020】水素分離膜装置5を透過できなかった水素や一酸化炭素などのガス（以下「残ガス」という）は、絞り機構13およびバルブ15を介して燃焼器17に供給される。また、燃焼器17には、燃料電池スタック9から排出される空気、すなわち、燃料電池スタック9で酸素が消費されて酸素濃度の低下した排空気も、流量調整弁19およびバルブ21を介して供給される。

【0021】ここで、燃焼器17に供給される残ガスは、その圧力を圧力センサ23で計測し、また、燃焼器17に供給される排空気は、その温度を温度センサ25で計測している。圧力センサ23および温度センサ25は、当該燃料電池システムを制御するためのコントロールユニット27にそれぞれ接続されており、それぞれの測定信号をコントロールユニット27に出力する。なお、後述するように、システム停止時に燃焼排ガスでパージを行う際に、圧力センサ23の測定値は、燃焼器17内の圧力に相当している。

【0022】燃焼器17は、水素分離膜装置5からの残ガスと燃料電池スタック9からの排空気とを燃焼反応さ

せる。この燃焼反応によって発生する熱は、改質反応器 1 および水素分離膜装置 5 を加熱するための熱源として利用される。

【0023】燃焼器 17 の排ガス（燃焼排ガス）は、通常は、バルブ 29 を介して大気解放されるが、本実施の形態では、分岐管 31 およびバルブ 33 を介して、水素分離膜装置 5 の一次側（上流側または入口側）と二次側（下流側または出口側）にそれぞれ供給される。

【0024】詳しくは、分岐管 31 は、バルブ 33 の下流においてさらに水素分離膜装置 5 の一次側と二次側に分岐しており、このうち水素分離膜装置 5 の二次側に分岐されている部分は、水素分離膜装置 5 の下流側に設けられた後述する冷却器と前記バルブ 7 の間に接続されている。

【0025】水素分離膜装置 5 の二次側のガス、すなわち、水素分離膜装置 5 を透過した純水素は、バルブ 35 を開くと大気解放される。また、水素分離膜装置 5 の一次側のガス、すなわち、改質反応器 1 から水素分離膜装置 5 の一次側に供給される水素リッチガスは、バルブ 37 を開くと大気解放される。

【0026】一般に、水素分離膜装置 5 を透過する水素の流量 Q は、水素分離膜装置 5 の一次側水素分圧を $P1H$ 、二次側水素分圧を $P2H$ とすると、 $P1H$ の正の平方根と $P2H$ の正の平方根の差に比例する。すなわち、 $Q \propto (\sqrt{P1H} - \sqrt{P2H})$ という関係がある。

【0027】水素透過量を大きくするため、通常、 $P1H$ は、大きい値（例えば、1 MPa）に設定され、 $P2H$ は、小さい値（例えば、0.2 MPa）に設定される。 $P2H$ の値は、燃料電池を保護するため、燃料電池スタック 9 に供給される空気の圧力（空気圧）とほぼ等しいことが求められており、従って、空気を供給する前記空気供給装置（圧縮機）11 の駆動馬力を低減する点からも、小さい値に設定される。

【0028】水素分離膜装置 5 は、通常、パラジウム（Pd）またはパラジウム（Pd）合金で構成されており、200℃以下の温度領域で水素濃度が高いと水素脆化してしまうため、システム運転時は、300～450℃程度に温度がコントロールされる。一方、システム停止時は、200℃以下に温度が低下する前に、バージにより一次側も二次側も共に水素を除去しなければならない。なお、水素分離膜装置 5 を透過した二次側の純水素は、水素分離膜装置 5 とほぼ同じ温度になっているため、冷却器 39 で、燃料電池スタック 9 に供給可能な温度（例えば、80℃）になるまで冷却された後、バルブ 7 および加湿器 41 を介して燃料電池スタック 9 に供給される。

【0029】詳しくは、水素分離膜装置 5 は、図 2 に示すように、一次ガス（改質ガス）が流入する流入口 5a、改質ガスから分離された二次ガス（水素ガス）が流出す

る流出口 5b、改質ガスから分離された残ガスが流出する流出口 5c、システム停止時に燃焼器 17 から排ガスが流入する流入口 5d、システム停止時に燃焼器 17 からの排ガスによりバージされた水素ガスなどが流出する流出口 5e がケース 5k の外部に突出している。また、ケース 5k 内の中央部位には水素分離膜 5m が突出する一次ガス室 5o と、ケース 5k 内の上方部位には二次ガス室 5n が設けられ、ケース 5k 内の下方部位には絞り穴 5p を介して残ガス室 5q が設けられている。

10 【0030】そして、システム運転時は、改質反応器 1 からバルブ 3 を介して一酸化炭素を含む改質ガスが流入口 5a から一次ガス室 5o 内に流入し、水素分離膜 5m を透過した純水素ガスが二次ガス室 5n に通過して流出口 5b から流出する。この時、水素分離膜 5m を透過できなかった一酸化炭素ガスは、一次ガス室 5o から絞り穴 5p を通過して残ガス室 5q に流入し、さらに、流出口 5c から残ガスとして流出する。

20 【0031】一方、システム停止時は、燃焼器 17 からバルブ 33 を介して排ガスが流入口 5d から残ガス室 5q 内に流入し、絞り穴 5p を通過してさらに一次ガス室 5o を通過して流入口 5a から流出する。同時に、燃焼器 17 からバルブ 33 を介して排ガスが流出口 5b から二次ガス室 5n 内に流入し、二次ガス室 5n を通過して流出口 5e から流出する。

【0032】燃料電池スタック 9 に供給された純水素のうち燃料電池スタック 9 で消費しきれなかった分は、水素の有効活用を図るため、循環ポンプ 43 で燃料電池スタック 9（の燃料極）の上流に戻され、再度、燃料電池スタック 9（の燃料極）に供給される。なお、循環ポンプ 43 を含む水素循環系に設けられたバルブ 45 は、燃料電池スタック 9 内に溜まった水を吹き飛ばす際に開けるバルブである。

【0033】上記の各バルブ 3, 7, 15, 21, 29, 33, 35, 37, 45 は、例えば、ソレノイドバルブで構成されており、空気供給装置（圧縮機）11、流量調整弁 19 および循環ポンプ 43 と共にコントロールユニット 27 にそれぞれ接続されている。コントロールユニット 27 は、図示しないが、内部に制御プログラムを記憶した ROM と制御時のワークエリアとなる RAM とを有しており、圧力センサ 23 および温度センサ 25 からの測定信号に基づいてシステム停止時のバージを制御し、各バルブ 3, 7, 15, 21, 29, 33, 35, 37, 45、空気供給装置（圧縮機）11、流量調整弁 19 および循環ポンプ 43 に制御信号を出力する。

【0034】システム停止前の通常運転時において、バルブ 33、バルブ 35、バルブ 37、バルブ 45 は、閉状態にそれぞれ設定され、バルブ 3、バルブ 7、バルブ 15、バルブ 21、バルブ 29 は、開状態にそれぞれ設定される。これにより、改質反応器 1 で生成された改質ガス（水素リッチガス）は、途中で漏れることなくすべ

て水素分離膜装置 5 に導かれ、水素分離膜装置 5 を透過した純水素のみが、冷却器 39、バルブ 7 および加湿器 41 を介して燃料電池スタック 9 に供給される。

【0035】一方、水素分離膜装置 5 を透過できなかった残ガスは、絞り機構 13 およびバルブ 15 を介して燃焼器 17 に導かれ、燃焼器 17 で排空気と燃焼反応されて排ガスとしてバルブ 29 を介して大気解放される。

【0036】次に、図 3 に示す制御フローチャートを参照して、システム停止時のバージに関する燃料電池システムの制御動作を説明する。なお、図 2 に示す制御フローチャートは、コントロールユニット 27 の ROM に制御プログラムとして記憶されている。

【0037】まず、ステップ S100 では、コントロールユニット 27 は、システムが停止モードに入ると、燃料の供給を停止するなどの通常の停止操作を行う。なお、燃料の供給を停止しても、改質反応器 1 内に残っている燃料により改質反応が進行する。

【0038】そして、ステップ S110 では、燃料電池スタック 9 の出力の取出しを停止するとともに、循環ポンプ 43 を停止させる。燃料電池スタック 9 の出力の取出しを停止することで、水素循環系内（特に燃料極）の水素の圧力（水素圧）が上昇を始める。

【0039】そして、ステップ S120 では、バルブ 29 を開状態から閉状態に切り替える。これにより、燃料電池スタック 9 の空気極側の圧力（空気圧）も上昇を始める。また、水素分離膜装置 5 を透過できなかった残ガスは、絞り機構 13 およびバルブ 15 を介して燃焼器 17 に供給されるが、バルブ 29 は閉状態に切り替えられたため、燃焼器 17 の排ガスは大気解放されることがなく、その結果、燃焼器 17 内の圧力が上昇する。

【0040】そして、ステップ S130 では、燃焼器 17 の排空気入口に設けられた温度センサ 25 から排空気の温度 T を読み込む。

【0041】そして、ステップ S140 では、温度センサ 25 から読み込まれた排空気の温度 T が所定値 T_0 （例えば、 100°C ）以上であるか否かを判断する。この判断は、燃焼排ガスの空気供給ラインへの逆流の有無を検知するために行われる。通常は、燃焼器 17 内の圧力上昇に伴って排空気の圧力（排空気圧）も上昇するため、燃焼器 17 の排ガスが空気供給ラインに逆流することとはなく、 $T < T_0$ である。ここで、 T_0 の値について、固体高分子膜型の燃料電池の場合、排空気の温度 T は、通常、 80°C 程度であり、 100°C 以上になることはないので、例えば、 $T_0 = 100^\circ\text{C}$ とする。

【0042】この判断の結果として排空気の温度 T が所定値 T_0 以上である場合は（S140：YES）、ステップ S150 に進み、排空気の温度 T が所定値 T_0 未満である場合は（S140：NO）、ステップ S250 に進む。

【0043】ステップ S150 では、 $T \geq T_0$ の場合で

あり、空気供給装置（圧縮機）11 の吐出圧が燃焼器 17 内の圧力まで上昇しきれなくなり、燃焼排ガスの空気供給ラインへの逆流を検知したことを示しているため、バルブ 21 を開状態から閉状態に切り替えて、燃焼器 17 の排ガスが空気供給ラインに逆流するのを防止する。

【0044】そして、ステップ S160 では、空気供給装置（圧縮機）11 を停止させる。すなわち、燃焼排ガスの空気供給ラインへの逆流が検知されるまで燃焼器 17 に空気（排空気）を供給し続けて、排ガス中に未燃焼の水素が含まれないようにする。

【0045】そして、ステップ S170 では、さらに、バルブ 7 を開状態から閉状態に切り替えて、燃料電池スタック 9 の燃料極と空気極の差圧が大きくなるようにする。

【0046】そして、ステップ S180 では、燃焼器 17 の残ガス入口に設けられた圧力センサ 23 から燃焼器 17 内の圧力 P を読み込む。この場合、水素供給系の圧力および燃焼器 17 内の圧力が上昇しているため、圧力センサ 23 の測定値は、燃焼器 17 内の圧力（ひいては、燃焼排ガスの圧力）に相当している。

【0047】そして、ステップ S190 では、圧力センサ 23 から読み込まれた燃焼器 17 内の圧力 P が所定値 P_0 として例えば 1MPa 以上であるか否かを判断する。この判断は、燃焼排ガスの圧力がバージに適した高圧になったか否かを検知するために行われる。

【0048】ここで、バージに適した高圧は、例えば、水素分離膜装置 5 の一次側圧力である。よって、 P_0 の値は、水素分離膜装置 5 の一次側圧力以上に設定される必要があるが、上記のように、水素分離膜装置 5 の一次側圧力は、例えば、 1MPa 程度であるから、 $P_0 \geq 1\text{MPa}$ （例えば、 $P_0 = 1\text{MPa}$ ）とする。

【0049】この判断の結果、燃焼器 17 内の圧力 P が所定値 P_0 以上である場合は（S190：YES）、ステップ S210 に進み、燃焼器 17 内の圧力 P が所定値 P_0 未満である場合は（S190：NO）、ステップ S200 に進む。

【0050】ステップ S200 では、 $P < P_0$ の場合であり、燃焼器 17 内の圧力上昇が不十分であると判断されるので、所定時間（ ΔT ）の経過を待って、ステップ S180 に戻る。

【0051】一方、ステップ S210 では、 $P \geq P_0$ の場合であり、燃焼器 17 内の圧力上昇は十分であると判断されるので、バルブ 15 を開状態から閉状態に切り替える。これにより、水素分離膜装置 5 の一次側の残ガス（改質ガス）の燃焼器 17 への流れが遮断される。

【0052】そして、ステップ S220 では、バルブ 3 を開状態から閉状態に切り替える。これにより、水素分離膜装置 5 の一次側の改質ガスの改質反応器 1 への逆流が防止される。

【0053】そして、ステップ S230 では、バルブ 3

5とバルブ37の双方を閉状態から開状態に切り替えて、水素分離膜装置5の一次側の改質ガス、二次側の純水素をそれぞれ大気解放する。このとき、バルブ3は閉状態に切り替えられているため、水素分離膜装置5の一次側の改質ガスが改質反応器1に逆流することはない。

【0054】そして、ステップS240では、バルブ33を閉状態から開状態に切り替えて、燃焼器17内およびその周辺配管（分岐管31を含む）内に蓄えられた高圧の燃焼排ガスを水素分離膜装置5の一次側の流入口5dと二次側の流出口5bの双方に導き、水素分離膜装置5の一次側と二次側に残留している水素ガスを一気にバージする。

【0055】一方、ステップS250では、 $T < T_0$ の場合であり、燃焼器17内の圧力上昇に伴って排空気圧も上昇しており、燃焼排ガスが空気供給ラインに逆流していないこと、すなわち、正常状態であることを示しているため、ただちに、燃焼器17の残ガス入口に設けられた圧力センサ23から燃焼器17内の圧力Pを読み込む（ステップS180参照）。

【0056】そして、ステップS260では、圧力センサ23から読み込まれた燃焼器17内の圧力Pが所定値 P_0 として例えば1MPa以上であるか否かを判断する（ステップS190参照）。燃焼器17内の圧力Pが所定値 P_0 以上である場合は（S260：YES）、ステップS280に進み、燃焼器17内の圧力Pが所定値 P_0 未満である場合は（S260：NO）、ステップS270に進む。

【0057】ステップS270では、 $P < P_0$ の場合であり、燃焼器17内の圧力上昇が不十分であると判断されるので、所定時間（ ΔT ）の経過を待つ（ステップS200参照）、ステップS250に戻る。

【0058】一方、ステップS280では、 $P \geq P_0$ の場合であり、燃焼器17内の圧力上昇は十分であると判断されるので、燃焼排ガスによるバージを実行するために、バルブ21、バルブ7およびバルブ15を開状態から閉状態にそれぞれ切り替えるとともに空気供給装置（圧縮機）11を停止させた後、ステップS220に進む。そして、前述したとおり、ステップS220、ステップS230およびステップS240を経ることで、水素分離膜装置5の一次側と二次側が高圧の燃焼排ガスで一気にバージされる。

【0059】上記のように、 $T \geq T_0$ の場合と $T < T_0$ の場合のいずれの場合においても、水素分離膜装置5の一次側と二次側を燃焼器17の排ガスでバージすることになるが、水素分離膜装置5は低温状態で水素を嫌う（水素脆化する）ため、燃焼排ガス中に未燃焼の水素が残っていることは望ましくない。

【0060】そこで、燃焼器17内の圧力を上昇させるために燃焼器17に水素リッチの改質ガスが供給されている間、燃焼器17に空気を送り込んで水素を燃焼させ

る必要がある。そのため、本実施の形態では、温度センサ25で燃焼排ガスの空気供給ラインへの逆流を検知するまで、換言すれば、空気供給装置（圧縮機）11の能力の限界まで燃焼器17への空気の供給を継続することで、未燃焼の水素をなくすようにしている。

【0061】この結果、第1の実施の形態に関する効果としては、システム停止時に、燃焼器からの排ガスを水素分離膜装置に導くように排ガス供給経路を開閉するので、水素分離膜装置から不必要な水素ガスをバージすることができる。

【0062】また、バージに燃焼排ガスを使用することで、システム内に窒素などの不活性ガスをボンベなどで所持せず済み、システム停止時に行うバージを現実的な構成で行うことができる。

【0063】さらに、バルブ操作により燃焼排ガスの圧力を一時的に水素分離膜装置5の一次側圧力（システム作動圧）まで高めた後、昇圧された高圧の燃焼排ガスをバージガスとして使用することで、効果的（短時間）にバージを完了することができ、システム停止時に行うバージを効果的（短時間）に行うことができる。

【0064】また、燃焼器17の排空気入口で排空気温度をモニタして、たとえ燃焼排ガスの圧力が高くなっても排空気温度が所定値以上になるまで、つまり、空気供給装置（圧縮機）11の能力限界まで燃焼器17に空気を供給し続けることで、十分に水素濃度が低下した排ガスを燃焼器17で生成することができ、燃焼排ガスでバージを行ったとしても水素分離膜装置5の水素脆化を防止することができる。

【0065】（第2の実施の形態）図4は、本発明の第2の実施の形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。なお、第2の実施の形態は、図1に示す第1の実施の形態に対応する燃料電池システムと同様の基本的構成を有しており、同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略することとする。

【0066】第2の実施の形態は、一酸化炭素処理器として、水素分離膜装置に代えて、触媒を使って改質ガス中の一酸化炭素を選択酸化させ、もって改質ガス中の一酸化炭素濃度を減少させる一酸化炭素変成器を有するシステムに対して、本発明を適用したものである。

【0067】第2の実施の形態の特徴は、図3に示すように、改質反応器1で生成された改質ガスを一酸化炭素変成器47で処理して一酸化炭素を取り除いた後、バルブ7を介して燃料電池スタック9に供給するとともに、燃料電池スタック9で消費されなかった水素その他の残ガスを、圧力をコントロールするための流量調整弁49およびバルブ51を介して燃焼器17に供給することにある。流量調整弁49、バルブ51、および燃料電池スタック9から燃焼器17に供給される残ガスの圧力を検出する圧力センサ23aは、当該燃料電池システムを制御するためのコントロールユニット27aに接続され

ている。また、本実施の形態では、燃焼器 17 の排ガスは、分岐管 31a およびバルブ 33 を介して一酸化炭素変成器 47 に供給される。

【0068】システム停止時のバージに関する燃料電池システムの基本的な制御動作は、図 2 に示す制御フローチャートに従ってほぼ同様に説明することができるので、ここでは、その概要を説明するにとどめることとする。

【0069】システム停止時には、第 1 の実施の形態の場合と同様、まず、燃料電池スタック 9 の出力の取出しを停止し、バルブ 29 を開状態から閉状態に切り替える。このとき、燃料の供給を停止しても、改質反応器 1 内に残っている燃料で改質反応が進行し、第 1 の実施の形態の場合と同様に、水素供給系の圧力、燃焼器 17 内の圧力が上昇してくる。

【0070】この圧力上昇を圧力センサ 23a でモニタしながら、同時に温度センサ 25 で燃焼排ガスの空気供給ラインへの逆流の有無を検知する。そして、燃焼器 17 内の圧力が十分に上昇して $P \geq P_0$ になったら、バルブ 21、バルブ 51 およびバルブ 7 を開状態から閉状態にそれぞれ切り替える。

【0071】そして、バルブ 3 を開状態から閉状態に切り替え、バルブ 37 を閉状態から開状態に切り替えた後、最後にバルブ 33 を閉状態から開状態に切り替えて、高圧の燃焼排ガスで一酸化炭素変成器 47 を一気にバージする。

【0072】この結果、第 2 の実施の形態に関する効果は、システム停止時に、燃焼器からの排ガスを一酸化炭素変成器に導くように排ガス供給経路を開閉するので、一酸化炭素変成器から不必要な水素ガスをバージすることができる。

【0073】また、システム内に窒素などの不活性ガスを例えばポンペなどで所持することなく、一酸化炭素変成器 47 を、水素分のない燃焼排ガスで効果的（短時間）にバージすることができる。

【0074】なお、本実施の形態では、一酸化炭素変成器 47 をバージする構成を示しているが、一酸化炭素変成器 47 に代えてまたはこれと共に改質反応器 1 をバージする構成も容易に実現することができる。

【0075】（第 3 の実施の形態）図 5 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。なお、第 3 の実施の形態は、図 1 に示す第 1 の実施の形態に対応する燃料電池システムと同様の基本的構成を有しており、同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略することとする。

【0076】第 3 の実施の形態の特徴は、図 5 に示すように、水素分離膜装置 5 をバージした後のガスを燃料電池スタック 9 の水素循環系に導入するための配管 53

（第 2 の排ガス供給経路）を設けて、第 1 の実施の形態において水素分離膜装置 5 をバージした後のガスで燃料

電池スタック 9 をもバージすることにある。

【0077】次に、図 5 に示す制御フローチャートに従ってシステム停止時のバージに関する燃料電池システムの制御動作を説明する。なお、図 5 に示す制御フローチャートは、コントロールユニット 27b の ROM に制御プログラムとして記憶されている。

【0078】本実施の形態では、図 6 に示す制御フローチャートのように、ステップ S235 を図 2 に示す制御フローチャートに挿入している。

【0079】ステップ S100～S230 は、図 2 に示す制御フローチャートの各ステップと同様であるので、その説明を省略する。

【0080】そして、ステップ S235 では、バルブ 45 を閉状態から開状態に切り替えて、水素分離膜装置 5 の一次側の改質ガスおよび二次側の純水素ならびに燃料電池スタック 9 の水素循環系内の残水素をそれぞれ大気解放する。

【0081】そして、ステップ S240 で、開放弁 33 を閉状態から開状態に切り替える。これにより、水素分離膜装置 5 の一次側と二次側をバージした高圧の燃焼排ガスは、バルブ 35、バルブ 37 および配管 53 を介して燃料電池スタック 9 の水素循環系内に導かれ、この水素循環系内をバージしながらバルブ 45 を介して大気解放される。

【0082】このように、水素分離膜装置 5 のみならず燃料電池スタック 9 をも燃焼排ガスでバージできるか否かは、燃焼器 17 内およびその周辺配管に封止される高圧の燃焼排ガスの体積と、燃料電池スタック 9 の水素循環系の容積との関係で決まる。すなわち、燃焼器 17 内およびその周辺配管に封止される高圧の燃焼排ガスの体積で十分バージできるくらい燃料電池スタック 9 の水素循環系の容積が小さい場合は、バージ可能であり、そうでない場合（燃料電池スタック 9 の水素循環系の容積が比較的大きい場合）は、一応バージはできるが、バージ不十分となる。

【0083】ステップ S250～S280 は、図 2 に示すフローチャートの各ステップと同様であるので、その説明を省略する。

【0084】この結果、第 3 の実施の形態に関する効果は、システム停止時に、燃焼器からの排ガスを水素分離膜装置に導くように第 1 の排ガス供給経路を開閉するとともに、水素分離膜装置から排出された排ガスを燃料電池スタックの燃料極に導くように第 2 の排ガス供給経路を開閉するので、水素分離膜装置と燃料電池スタックの燃料極から不必要な水素ガスをバージすることができる。

【0085】また、水素分離膜装置 5 のみならず燃料電池スタック 9 をも、システム内に不活性ガスをポンペなどで所持することなく、水素分のない燃焼排ガスで効果的（短時間）にバージすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態の燃料電池システムに用いられる水素分離膜装置の内部構造を示す側面断面図である。

【図3】第1の実施の形態の燃料電池システムの、システム停止時のパージに関する制御動作を説明するための制御フローチャートである。

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。

【図6】第3の実施の形態の燃料電池システムの、システム停止時のパージに関する制御動作を説明するための制御フローチャートである。

【符号の説明】

1 改質反応器

3, 7, 15, 21, 29, 33, 35, 37, 45,

51 バルブ

5 水素分離膜装置

9 燃料電池スタック

11 空気供給装置 (圧縮機)

13 絞り機構

17 燃焼器

19, 49 流量調整弁

23, 23a 圧力センサ

25 温度センサ

27, 27a, 27b コントロールユニット

31, 31a 分岐管

39 冷却器

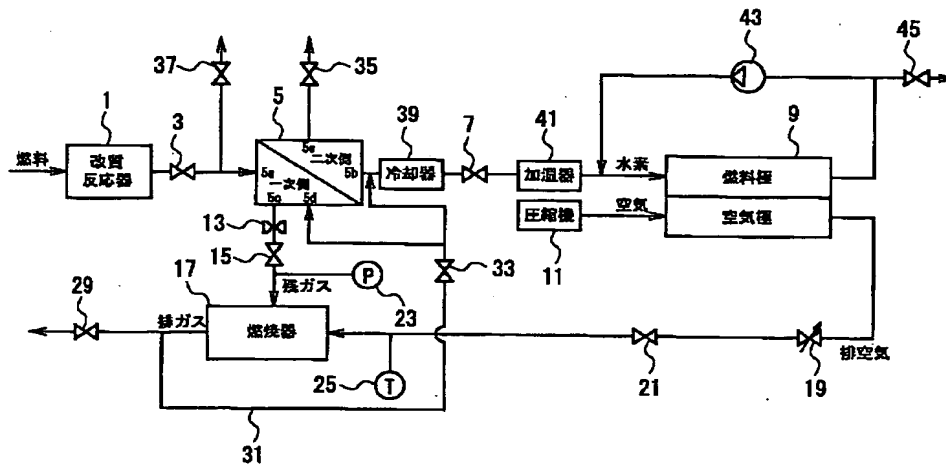
41 加湿器

43 循環ポンプ

47 一酸化炭素変成器

53 配管

【図1】



5 水素分離膜装置

5e 二次ガス室

5b 二次ガス

5a 一次ガス

5m 水素分離膜

5d 残ガス室

5c 残ガス

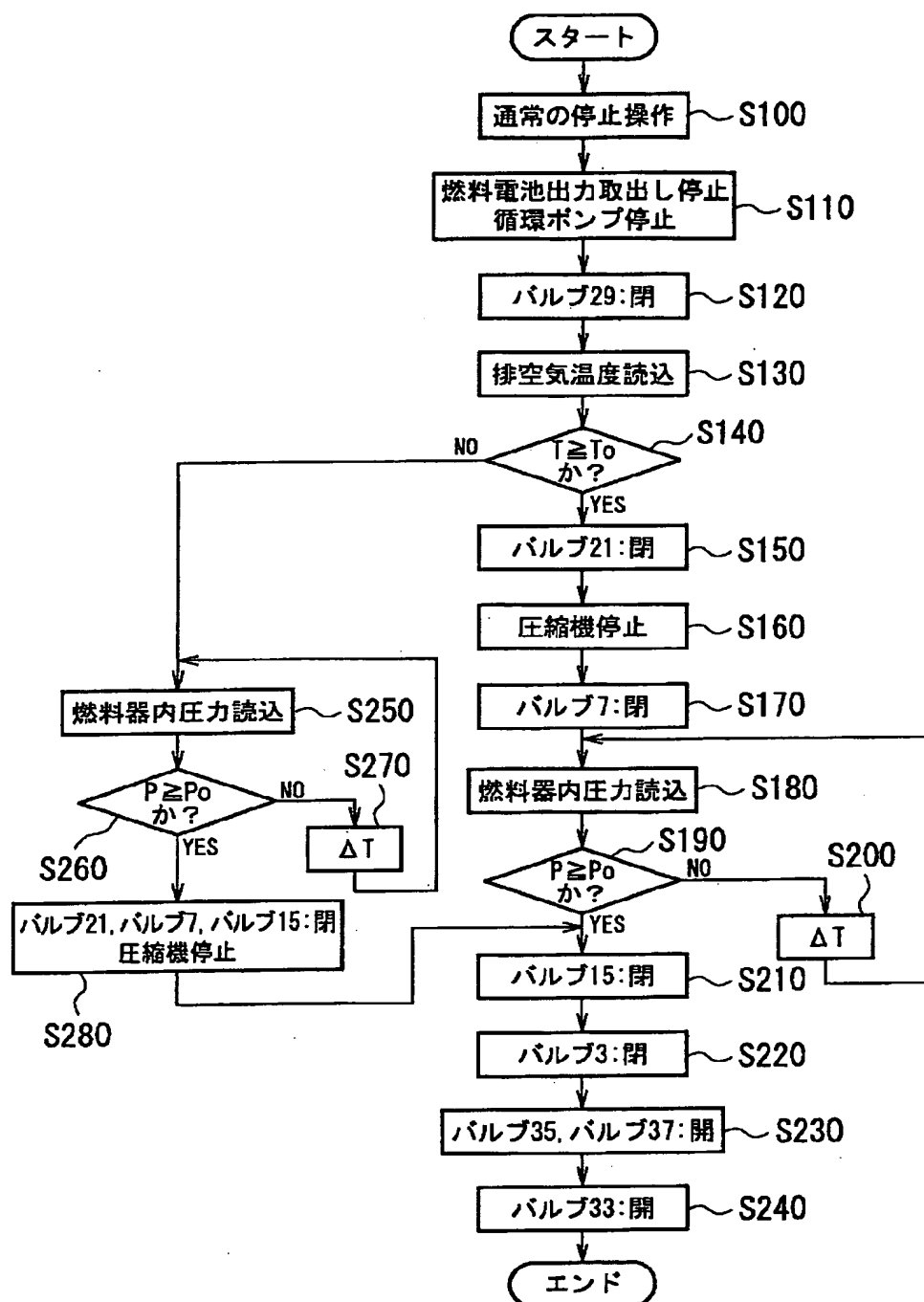
5k ケース

5p 絞り穴

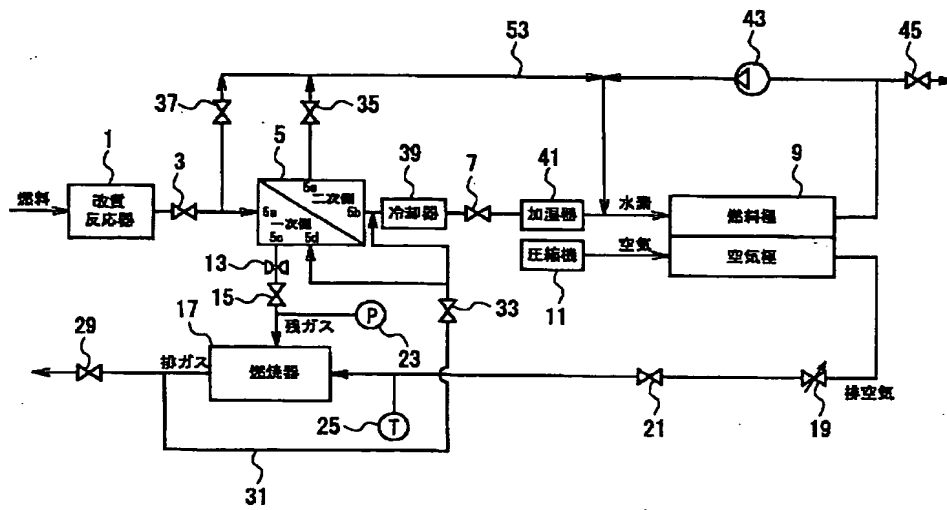
5o 一次ガス室

5q 残ガス室

【図3】



【図5】



【図6】

